

УДК 535.2:535.36:53.043

А.І. Нагорний, студент гр. ПБ – 92мн

КПІ ім. Ігоря Сікорського

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ ЛІКУВАННІ М'ЯЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИЧНОГО ПРОСВІТЛЕННЯ

Анотація. В даній роботі на основі проведеного експерименту проаналізовано вплив оптичного просвітлення на ефективність доставки лазерного випромінювання в м'язову тканину.

Ключові слова: просвітлення, рефлектор, м'язова тканина, низькорівнева лазерна терапія.

ВСТУП

З розвитком лазерних технологій в медицині все частіше застосовують методики з використанням оптичного випромінювання. Електромагнітне випромінювання видимого та інфрачервоного спектру використовують в стоматології, гінекології, офтальмології, хірургії, оториноларингології та інших галузях медицини [1]. Також лазерне випромінювання широко застосовується в терапевтичних цілях. Однією з них є низькорівнева лазерна терапія (LLLT), яка полягає у впливі на клітини низькими рівнями червоного та ближнього інфрачервоного випромінювання. Назву низькорівнева отримала через використання світла при густині енергії які є низькими в порівнянні з енергією яка використовується при абляції, різці тканин та коагуляції. Дана методика давно знайшла себе для зняття болі при артриті, остеоартриті, тендинопатії та запаленні суглобів [2]. Одна з нових областей застосування LLLT – для лікування м'язових травм та м'язової втоми [4]. Базовий механізм впливу полягає в дії випромінювання вищезгаданого спектру на хромофори мітохондрій, таким чином підвищується активність інгібуючого оксиду азоту ССО, що призведе до підвищення клітинних процесів [3,4]. Незважаючи на те, що глибина проникнення інфрачервоного променя може варіюватись від декількох нанометрів до декількох сантиметрів в залежності від довжини хвилі, а також області тіла, основною проблемою низькорівневої лазерної терапії для лікування м'язів є доставка енергії на необхідну глибину [3-5]. Для кожної довжини хвилі існує оптимальна доза випромінювання яка буде приносити позитивних ефект. Підвищення ж дози може призвести до негативних наслідків, наприклад, опіків.

Основним фактором який спричинює розсіювання та відбивання лазерного променя є неоднорідність показника заломлення. Існує ряд методик з управління оптичних властивостей біологічних тканин серед яких коагуляція, дегідратація, компресія, розтягнення, оптичне просвітлення та інші. Оптичне просвітлення полягає в введенні в тканину спеціального хімічного агента який з часом знизить нерівномірність показника заломлення різних шарів шкіри [6]. В якості просвітлюючих агентів можуть застосовуватись водні розчинники гліцерину, поліетиленгліколь, деметилсульфід і т.д [7].

Також важливим є вибір пристрою для відстеження динаміки зміни оптичних властивостей тканини. Серед основних є спектрофотометри, мікроскопи за допомогою яких відстежується якість отриманих зображень з часом на основі яких робиться висновок про зміну оптичних характеристик тканини, а також є фотометрія еліпсоїдальними рефлекторами (ЕР), основною

ідеєю якої є отримання фотометричних зображень на пропускання та на відбивання і подальша їх обробка.

Метою даної роботи є дослідження впливу просвітлюючого агента ПЕГ 400 на оптичні характеристики м'язової тканини свині, за допомогою фотометру з ЕР.

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ

Експеримент проводилось на м'язовій тканині свині взятої з області шиї. Досліджуваний зразок не піддавався термічній обробці, що важливо для моделювання процесу максимально наближеного до реального. В якості оптичного агента застосовувався поліетиленгліколь 400 який застосовується в медицині та косметичі. Було введено 1 мл. В якості пристрою для відстеження кінетики оптичних процесів використовувався фотометр з ЕР. Довжина хвилі лазера 692.8 нанометри, що відноситься до червоної області спектру.

Фотометр являє собою пристрій, структурна схема якого показана на рис. 1.

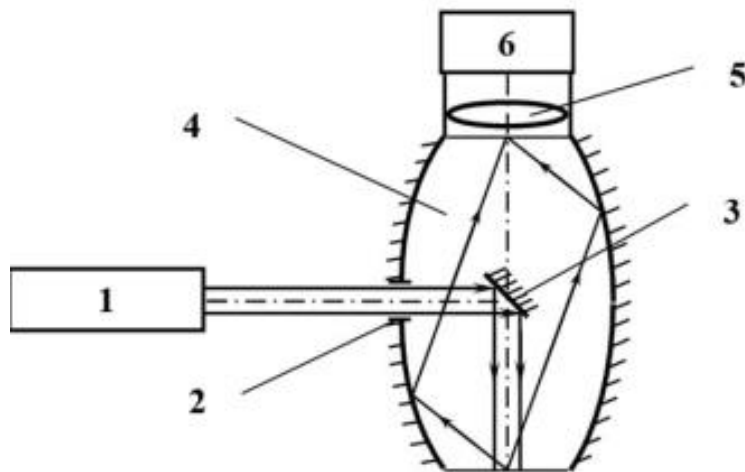


Рис. 1. Фотометр з еліпсоїдальним рефлектором: 1 – лазер; 2 – входне вікно; 3 – плоске дзеркало; 4 – рефлектор з внутрішньою поверхнею еліпсоїда обертання; 5 – узгоджувальна оптична система; 6 – координатний приймач оптичного випромінювання [8]

Фотометр працює за наступним принципом. Лазер 1 спрямовує промінь високої ступені когерентності на плоске дзеркало 3 через входне вікно 2. Дзеркало перенаправляє промінь на досліджуваний зразок. Далі промінь зазнає відбиття: дзеркального - від зовнішньої поверхні та дифузного від поверхневих шарів - коли випромінювання поглинається і одразу перевипромінюється, поглинання та розсіювання. Рефлектор 4 збирає все відбите світло та спрямовує на узгоджувальну систему 5, після чого оптична енергія фіксується приймачем 6. Таким чином отримується фотометричне зображення, що являється відображенням розподілу відбитої енергії в залежності від координат. Далі за допомогою інверсного методу Монте-Карло отримуються оптичні характеристики біологічної тканини.

Дослід проводився на протязі 2 годин з інтервалом фіксації зображення 2 хвилини.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У ході проведеного експерименту були отримані фотометричні зображення розсіяного назад світла в залежності від часу просвітлення.

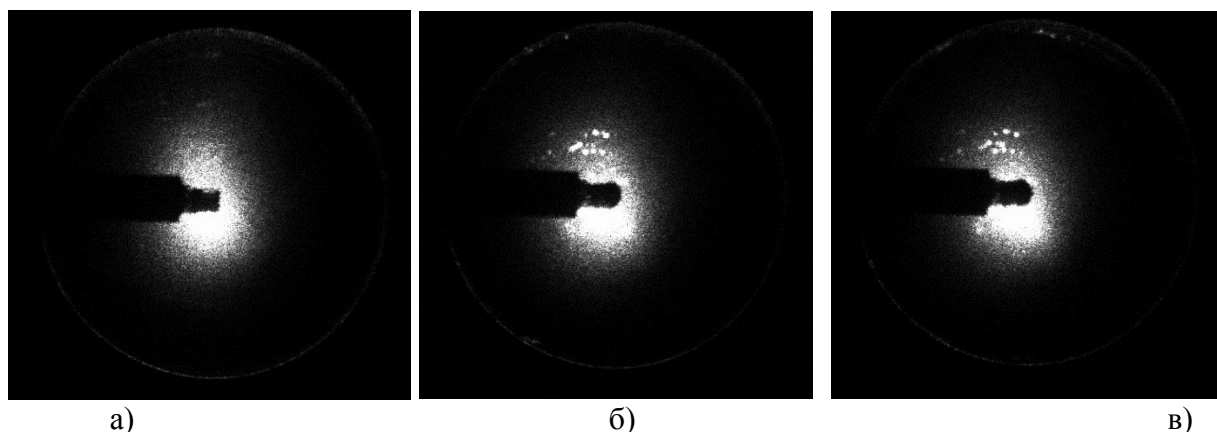


Рис.2. Зображення при фотометрії еліпсоїдальними рефлекторами у відбитому світлі для часу просвітлення 0 хв (а), 60 хв (б) та 120 хв (в).

Далі зображення було оброблені відповідно до методики [9], таким чином аналізувалось три кільця (рис. 3). Внутрішнє що являє центральне коло (рис.3 №1), середнє кільце - в якому зосереджена зона з найбільшою освітленістю (рис.3 №2), та зовнішнє яке охоплює освітленість на краях рефлектора (рис.3 №3).

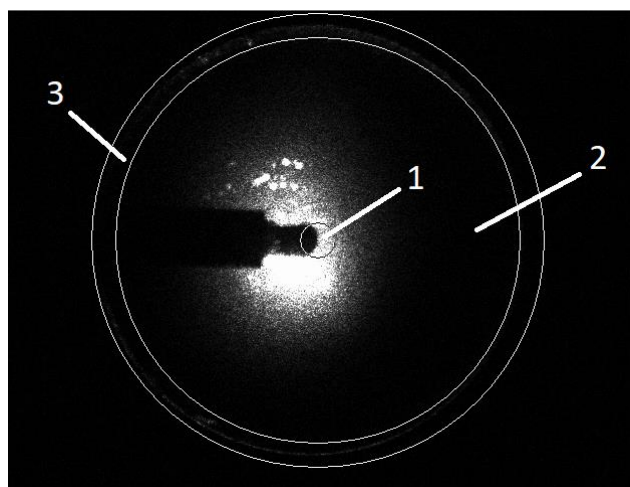


Рис.3 Зони аналізу фотометричного зображення.

Після проведення всіх необхідних розрахунків були отримані дані які з упевненістю дозволяють стверджувати, що просвітлення даним агентом даної тканини з в дані області спектру знижує нерівномірність показника заломлення, таким чином оптичне випромінювання досягає глибших частин тканини, і краще поглинається, що дозволяє отримувати позитивних результатів при терапії не підвищуючи дозу випромінювання. Також варто зазначити, що зміна оптичних властивостей притаманна першим 80 хвилинам, далі освітленість майже не змінюється. Це може свідчити, що оптимальний час проведення процедури займає 80 хвилин після введення агенту.

ВИСНОВОК

У даній роботі проаналізовано особливості впливу поліетиленгліколю 400 на м'язову тканину свині, за допомогою фотометру з ЕР. Отримані результати показують на доцільність подальшого дослідження для довжин хвиль в інфрачервоному спектрі, та є передумовою для проведення досліджень на зразках тканин тіла людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Е.А.Шахно. Физические основы применения лазеров в медицине. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. С 7-13.
- [2] Brosseau, L.; Welch, V.; Wells, G. A.; de Bie, R.; Gam, A.; Harman, K.; Morin, M.; Shea, B.; Tugwell, P. Low level laser therapy (Classes I, II and III) for treating rheumatoid arthritis (англ.) // Cochrane Database of Systematic Reviews : journal. — 2005. — No. 4. — P. CD002049. — doi:10.1002/14651858.CD002049.pub2. — PMID 16235295.
- [3] Pinar Avci, Asheesh Gupta, Magesh Sadasivam, Daniela Vecchio, Zeev Pam, Nadav Pam, and Michael R Hamblin. Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring. Semin Cutan Med Surg. 2013 Mar; 32(1): 41–52. PMID: 24049929
- [4] Cleber Ferraresi, Michael Hamblin, Nivaldo A Parizotto. Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: Performance, fatigue and repair benefited by the power of light. Photonics & Lasers in Medicine 1(4):267-286. November 2014.
- [5] Huang YY, Sharma SK, Carroll JD, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy—an update. Dose Response. 2011 in press.
- [6] М.О. Bezuglyi, N.V. Bezugla A.I. Nahorny. Control of Clearing of Human Skin by Ellipsoidal Reflector Method. Науковий журнал “Мікросхеми та фізична електроніка”. Том 24, №2 (2019) с. 6-13. DOI: <https://doi.org/10.20535/2523-4455.2019.24.2.172771>
- [7] Артемина Е.М., Утц С. Р., Ювченко С. А, Зимняков Д.А., Алонова М.В. Сравнительная оценка просветляющих агентов с целью повышения качества дальней длинноволновой ультрафиолетовой терапии хронических дерматозов. Саратовский научно-медицинский журнал 2016; 12 (3): 453–458.
- [8] Н.В. Безугла, М.О. Безгулий, Ю.В. Чмир. Просторова потокова біометрія середовищ еліпсоїдальними рефлекторами. ISSN 1811-4512.
- [9] Безуглый М.А. Безуглая Н.В., Самиляк А.Б. Обработка изображений при эллипсоидальной фотометрии Приборы и методы измерений 2016. – Т. 7, № 1. – С. 67–76.

Науковий керівник доцент, к.т.н Безугла Н.В.